



## VIVIENDAS ULTRABARATAS EN CORDOBA

Arquitectos: Rafael de la Hoz y  
José M. G. de Paredes

Un prejuicio ha limitado en parte la universalidad de las Normas Mínimas para la Habitación propugnadas por el Instituto Nacional de la Vivienda, y es el de suponer que todos los españoles, al menos, son pobres.

Grandes suburbios de chozos afirman la existencia de algo más bajo: la miseria.

El problema de esta miseria en su infinita crueldad —seres viviendo a razón de uno por metro cuadrado, con ingresos prácticamente nulas—, su evidencia e importancia, exigen, para su resolución, descender al terreno de las realidades.

En este sentido nos fué propuesta la redacción del proyecto de una vivienda para alojar a dichos seres, considerando que la solución sólo sería auténtica si los inquilinos podían pagar la totalidad de la renta resultante.

Estudiando la solución de abajo hacia arriba, comenzamos capitalizando dicha posible renta, lo que, en el sistema constructivo más económico, nos permitiría cubrir una superficie máxima de 20 m<sup>2</sup>.

Este absurdo dejó de serlo visitando los actuales chozos, con un promedio de 8 m<sup>2</sup>, sin distribución y catura.

una puerta de 0,65 × 1,50 (media) como única abertura.

Escogido el sistema CTESIPHON fueron ampliadas las necesidades del chozo a

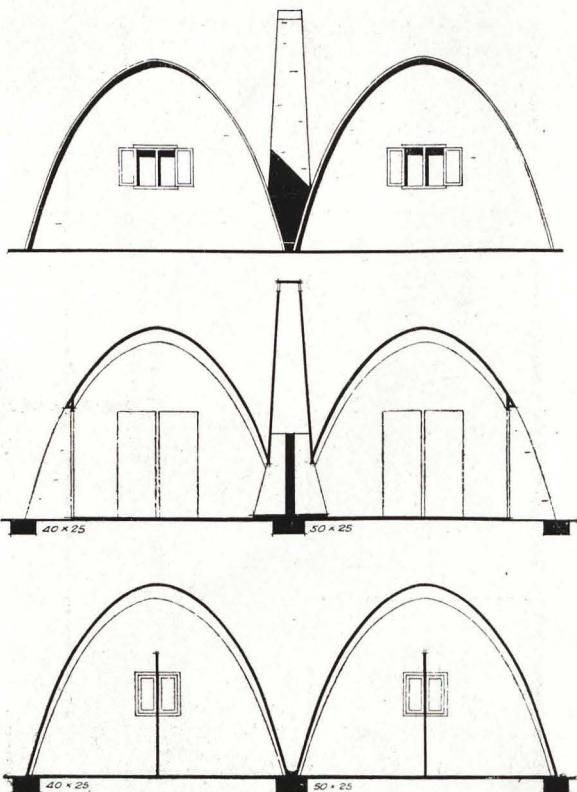
COCINA - COMEDOR - ESTAR  
y DOS DORMITORIOS,

haciendo así factible la separación nocturna de padres, hijos e hijas.

La carpintería actual de los chozos fué también ampliada, sin perder de vista la altura inferior a lo nor-

mal de los futuros ocupantes, lo que ha permitido puertas de 1,70 m. de altura, francamente cómodas.

Así, se ha realizado una célula experimental con cuatro viviendas de 3 × 4 × 5, cuyo valor, dentro de su



extrema modestia, es el de solucionar realmente el problema de la vivienda para quienes sólo disponen de 20 pesetas mensuales para esta necesidad vital, y únicamente con la aportación "interesada" del capital privado.

El presente proyecto habrá de ser, pues, visto "desde el chozo", considerando la pobreza como ideal, "que la miseria no cuenta entre las bienaventuranzas".

Sin hacer ninguna concesión al arte por el arte, ha resultado un sencillo juego de volúmenes puros, agraciado con la vertical de la chimenea.

Los huecos se han estudiado de forma que resulte un mínimo de perforaciones en la membrana, siempre costosas de ejecución e inconvenientes para el sistema de trabajo de la estructura.

Por dicha razón han sido llevados a los piñones los huecos de los dormitorios, y, en todo caso, ha sido agrupado cada par para simplificar la elaboración del hueco, carpintería y dar mayor sensación de amplitud.

Este ingenioso sistema constructivo vengo empleándolo en la provincia de Córdoba desde hace año y medio. He aquí el resumen de esta experiencia.

*Impermeabilidad.*—Perfecta, dado que la membrana está comprimida en todos sus puntos; una tela metálica ha absorbido las retracciones de fraguado, y juntas de dilatación impiden tracciones por variación térmica.

Falla en los siguientes casos:

- Cuando la arena del mortero contiene más de un 3 por 100 de arcilla (la solución es lavarla).
- Cuando el fraguado del mortero ha sido demasiado rápido (hay que mantenerlo húmedo unos seis días).
- Cuando no trabajan bien las juntas de dilatación

(hoy las empleados excelentes, del tipo piscina en cinc o plomo).

- Cuando sobrevienen asientos de la cimentación (conviene armarla con 4/8).

*Aislamiento térmico.*—Ningún clima más duro en verano que el de Córdoba, y en esta provincia el de Palma del Río, con 68 grados al sol y 46 a la sombra. Pues bien: el resultado ha sido sorprendente. Es el tipo de construcción conocido más fresco en verano.

Las razones son las siguientes:

- La superficie expuesta al sol es prácticamente la mínima posible.
- El blanco de toda la superficie encalada actúa como aislante por reflexión, análogamente a los aislamientos por lámina de aluminio.
- La gran conductividad térmica del hormigón hace que durante la noche se refrigeré por completo, no almacenando calor de un día para los siguientes (la técnica del *attic fan* americano).

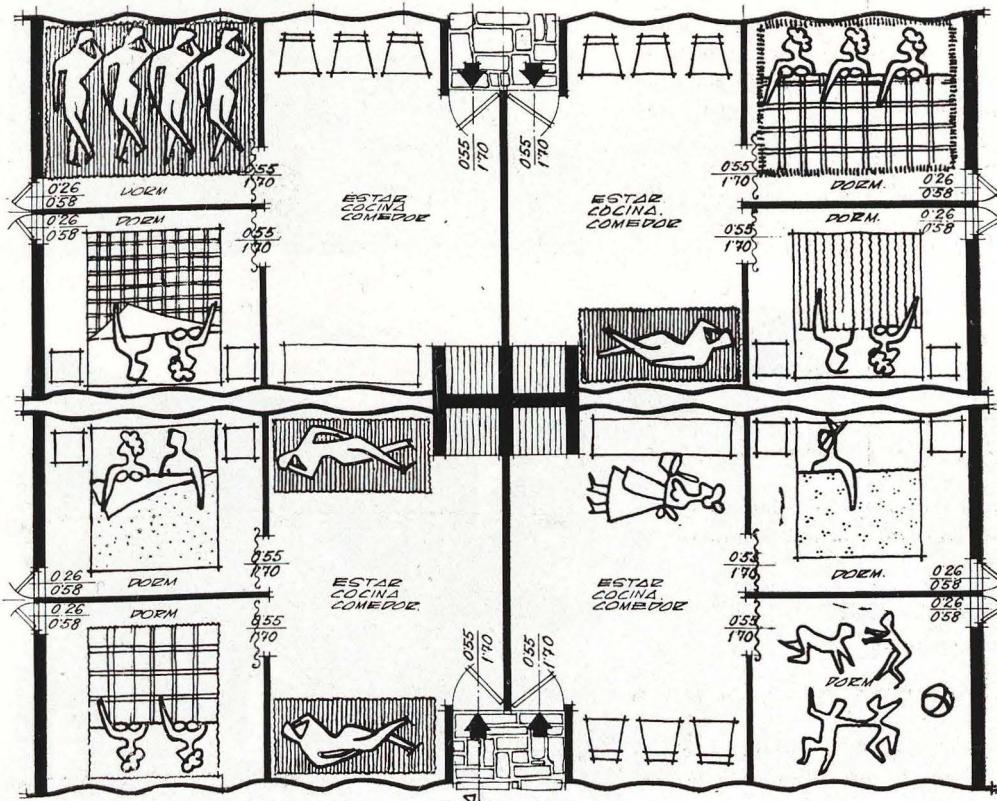
En resumen, equivale a una chaqueta blanca.

*Contra el frío.*—El interior de estas bóvedas lo enlucimos con mortero de yeso y paja machacada en un grueso total de 2,5 cm.

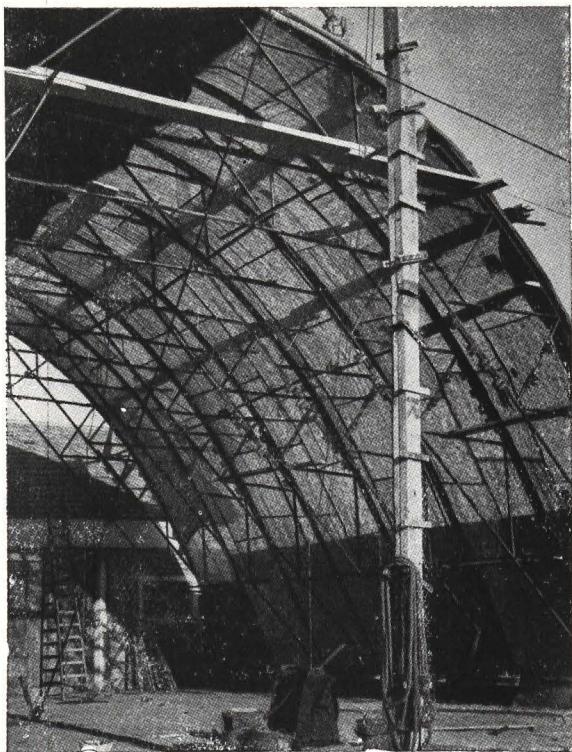
Esta capa es un freno a las pérdidas de calor interior, que se mantiene regularmente.

Sin embargo, dadas las temperaturas relativamente moderadas de nuestro invierno, sin grandes continuidades en el frío, este aspecto deberá ser estudiado en otras regiones españolas.

La única dificultad que el sistema presenta en invierno es que la humedad interior se condensa en la membrana por las noches—¡cómo se "empañan" los cristales!—, dificultad que se soluciona con el enlucido antes mencionado.



Planta de las cuatro viviendas.



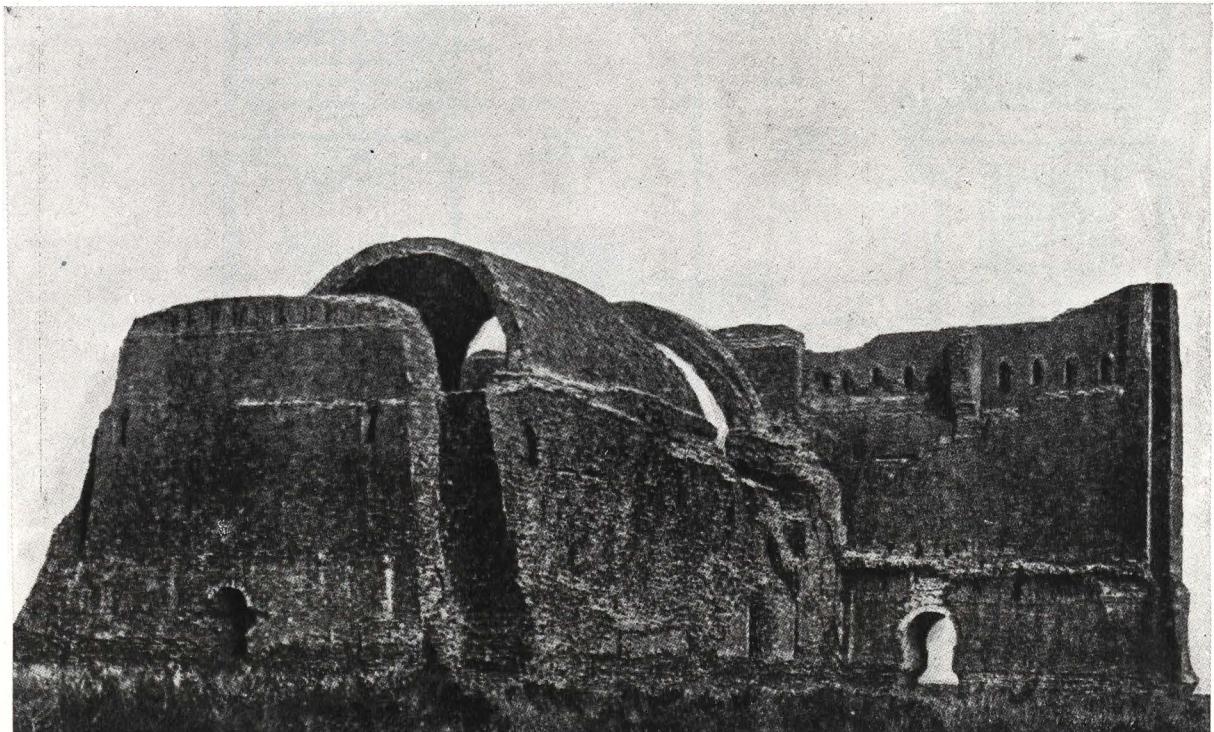
*Detalle del montaje de cerchas y hormigonado de bóvedas de gran luz.*

*Características técnicas.*

Una de las principales ventajas del hormigón es su propiedad de poder ser moldeado. Sin embargo, su utilización más frecuente, hasta la fecha, ha sido en formas semejantes a las adoptadas al utilizar en la construcción los materiales precedentes.

El hormigón se diferencia de la madera y del hierro en su falta de capacidad para resistir a la extensión, de donde se deduce que en las estructuras prismáticas reticulares de hormigón armado una gran cantidad del hormigón tenga una función resistente inútil y cumpla solamente la de cubrición del hierro.

*Ruinas del palacio de Ctesiphon.*



En las cubiertas de hormigón armado se han utilizado asimismo cerchas de dicho material para sostener el de cubierta, frecuentemente constituido por un forjado también de hormigón. El rendimiento del material en el orden resistente resulta bastante pequeño, por las mismas razones más arriba apuntadas.

Parece lógico que en sus primeros pasos la técnica del hormigón se haya apoyado en los sistemas de construcción anteriores, empleando piezas prismáticas semejantes a las de piedra, madera y hierro.

#### *El primitivo Ctesiphon.*

Muy cercano a la ciudad de Bagdad se halla situado el Gran Arco Ctesiphon. Su directriz es una catenaria de 34,1 m. de flecha y 27,4 m. de luz entre arranques.

Este edificio fué construido hace más de mil seiscientos años por la dinastía sasánida, de Persia, empleándose en la construcción ladrillos de baja calidad procedentes de las ruinas de Babilonia y otras ciudades.



El Gran Arco Ctesiphon ha resistido los embates del desierto y la acción de un clima extremo, y sigue en pie a pesar de los bombardeos de la última gran guerra y de la acción de los ladrones de ladrillos.

#### *El Ctesiphon en la actualidad.*

La idea del Ctesiphon moderno tuvo su origen en la contemplación del arco Ctesiphon. El primer arco ondulado fué construido en 1941, denominándolo, con bastante propiedad, el moderno Ctesiphon. Su luz fué de 6,1 m., y el espesor de la lámina de 3,1 cm., no conteniendo ninguna clase de refuerzos.

El método de construcción fué el siguiente:

Se dispusieron cerchas prefabricadas con tubo de hierro, que se situaron a distancias de 91 cm. entre centros y apoyándose sobre las correspondientes carreras de cimentación.

Sobre las cerchas fué extendido convenientemente un tejido ligero de harpillería, y sujetó entre las dos cerchas finales.

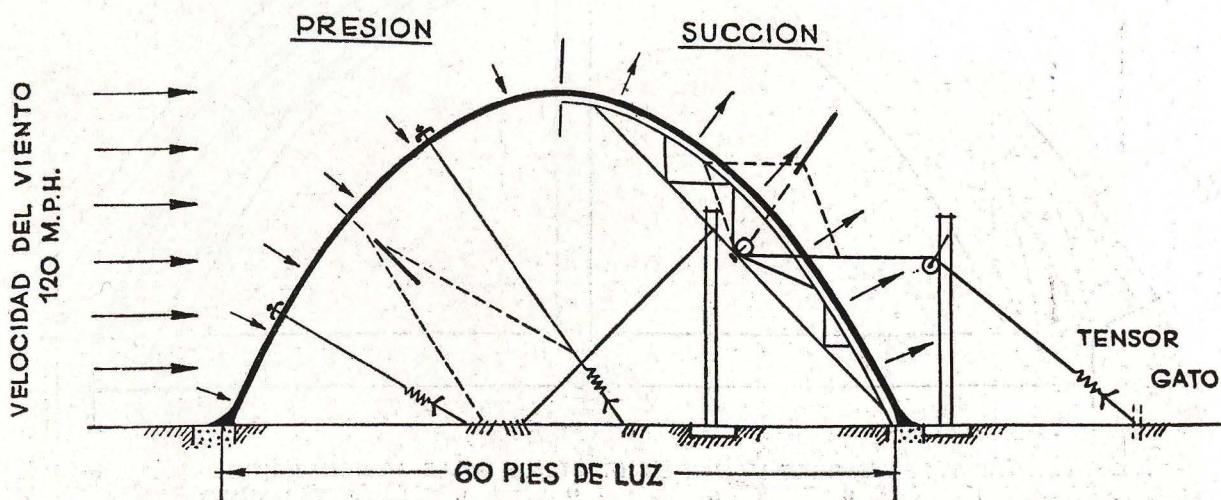
Sobre la harpillería fué aplicado a mano mortero de cemento de graduación normal (graduación 1 : 3). El espesor total de 3,1 cm. se consiguió con dos capas aplicadas sucesivamente.

Por el peso de la primera capa, la harpillería se comba entre cada dos cerchas, y se obtiene una ondulación característica del sistema.

Después de la primera prueba se construyó una serie de edificaciones de tipo militar, llegándose a luces de 12 m. sin necesidad de refuerzos, y manteniendo el espesor de 3,1 cm. en la lámina de hormigón; todavía están en uso estas edificaciones.

Posteriormente, a la terminación de la guerra, se construyó por el Ministerio de Obras Públicas de la Gran Bretaña, en el campo de pruebas del norte de Londres, un edificio Ctesiphon de 18,3 m. de luz por 61 m. de longitud. La bóveda fué provista de juntas transversales de contracción de 9,14 m., y se utilizaron redondos horizontales de 4 mm. y 45,7 cm. entre ejes. La longitud de la ondulación se llevó a 1,83 m.

Para absorber los esfuerzos de flexión, debidos a la acción lateral del viento, se utilizaron redondos transversales situados en crestas y valles. Para los esfuerzos secundarios (contracción de fraguado y cambio de temperatura) se utilizó, entre la primera y segunda capa,



una red metálica con hilo de 2,34 mm. y malla de  $7,6 \times 7,6$  cm., que complementaban la armadura secundaria longitudinal.

El edificio fué sometido a diferentes pruebas, y se produjeron por medios mecánicos las acciones del viento.

#### *E s t a b i l i d a d .*

Después de los resultados obtenidos en el campo de pruebas pudo establecerse definitivamente la estabilidad conseguida con la forma Ctesiphon, ya que con una lámina de 6,35 cm. de espesor, y debido a la rigidez de forma de las ondulaciones, se puede conseguir la construcción de arcos de gran luz. No hay ninguna razón para que al aumentar la luz haya que aumentar proporcionalmente el espesor, ya que para conseguir el aumento de resistencia se acude a dimensionar convenientemente la profundidad y longitud de las ondulaciones del Ctesiphon. Los esfuerzos secundarios, debidos a la contracción y a la expansión, son acumulativos, y dependen, por tanto, de la distancia a que se coloquen las juntas correspondientes, no existiendo de esta manera ninguna complicación por causa de ellos.

#### *Hipótesis de cálculo.*

Se consideran dos clases de esfuerzos:

- Peso de nieve.
- Acción del viento.

Se puede utilizar cualquier método clásico (Muller Breslau, energía de la deformación, etc.) para la obtención de las hiperestáticas, diagramas de momentos flectores, etc., tanto para las hipótesis de sustentación doblemente empotrada o articulada.

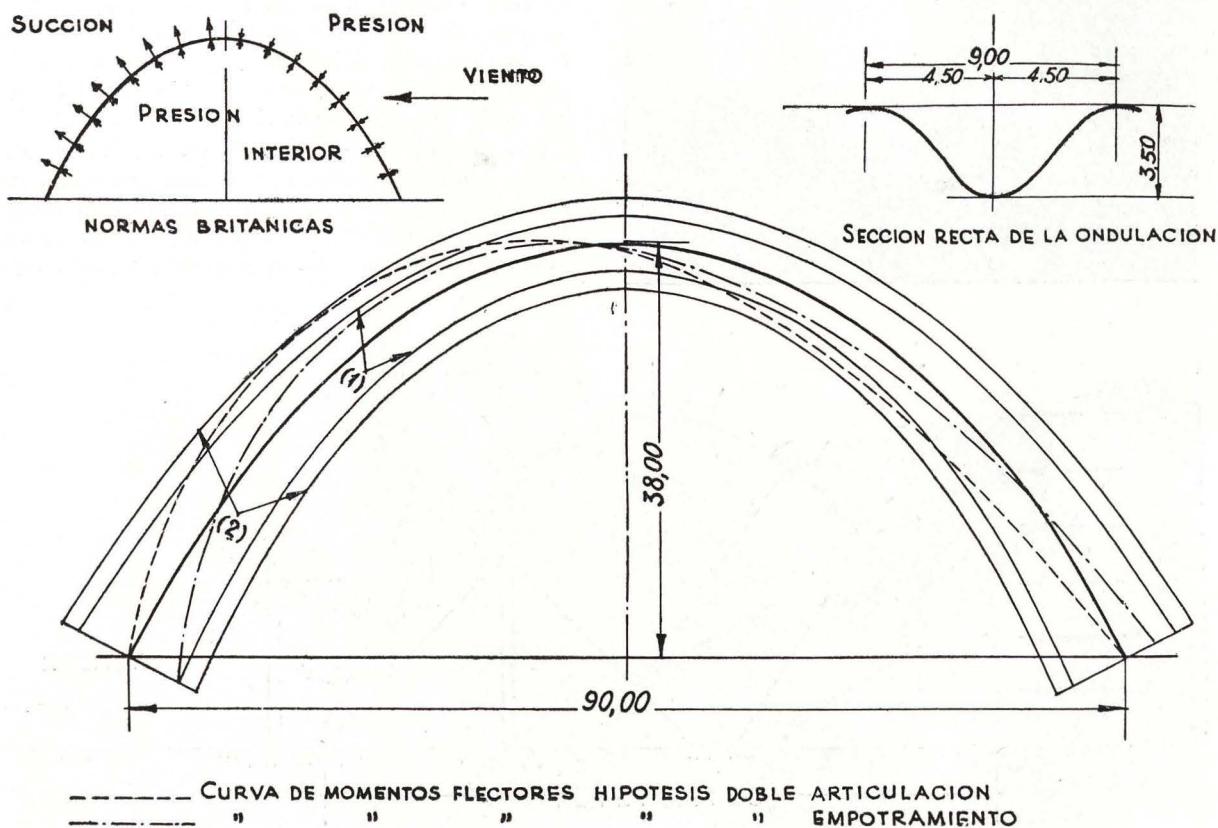
Una de las ventajas de la forma Ctesiphon se obtiene por el reparto de profundidad de ondulación, de tal manera que al ir decreciendo la ondulación hacia los extremos, se logra una distribución de momentos flectores más alejados en sus puntos máximos de los arranques, lo que mejora notablemente el trabajo del arco.

Por otra parte, la comprensión debida al peso propio nos produce el mismo efecto que un pretensado. En la figura puede verse el diagrama de momentos flectores producidos por la acción del viento transversal en un arco Ctesiphon de 300 pies (90 m.) y para las dos clases de hipótesis de sustentación, doblemente empotrada y articulada, respectivamente.

Multiplicando la carga de compresión debida al peso propio por el momento resistente de la sección en cada punto, se obtiene la curva (1) de momentos flectores admisibles sin que trabaje a extensión el hormigón.

Como sabemos, es posible aceptar un pequeño trabajo de extensión (en este caso de  $5,27 \text{ kg/m}^2$ ), obteniéndose una segunda curva (2) de momentos flectores admisibles. En el caso más desfavorable, los momentos flectores admisibles son superiores a los producidos por el esfuerzo del viento, aun en la hipótesis de doble articulación en los arranques, que da lugar a mayores flexiones. Si no se admite extensión en el hormigón, son necesarios siete redondos de diámetro 20 en cada cresta y valle. En la realidad, el grado de rigidez en los arranques es intermedio entre la doble articulación, en la que se permite el giro libre y el doble empotramiento sin ningún giro. Aun para el caso de que el grado de empotramiento llegue solamente al 70 por 100 del perfecto, no existe ninguna zona de hormigón extendido, lo que se debe a la acción del peso propio.

*Diagrama de momentos para arco Ctesiphon de 90 m. de luz.*



# CÉLULA PARA CUATRO VIVIENDAS DE 3 x 4 x 5 METROS

DESIGNACION DE LA CLASE DE OBRA	N.º de partes iguales	MEDICIONES				PRESUPUESTO		
		LONGITUD Metros	LATITUD Metros	ALTURA Metros	TOTAL	PRECIO Pesetas	IMPORTE Pesetas	
<b>PRESUPUESTO DE BOVEDA DE MEMBRANA DE 4 M. DE LUZ, 3 M. DE FLECHA Y 80 M<sup>2</sup>, COMPRENDIDA CIMEN-</b>								
<b>TACION PARA LA MISMA</b>								
Cemento (kilos) .....					536,60	0,76	4.033,01	
Arena (m <sup>3</sup> ) .....					11,60	68,00	788,80	
Grava (m <sup>3</sup> ) .....					2,95	68,00	200,60	
Agua (m <sup>3</sup> ) .....					3,35	2,04	6,83	
Tela metálica (m <sup>2</sup> ) .....					175,51	11,90	2.088,56	
Mano de obra (horas) .....					423,46	7,31	3.095,49	
Suman .....							10.213,29	
Honorarios .....							1.500,00	
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE LA BÓVEDA .....</b>							<b>11.713,29</b>	
<b>PRESUPUESTO DE UNIDADES COMPLEMENTARIAS</b>								
Cimentaciones de cerramientos laterales, rellenas con mortero bastardo 1 : 2 : 10, comprendida excavación .....	4	3,75	0,40	0,25	1,50			
Total m <sup>3</sup> .....					1,50	126,32	189,48	
Hierro redondo, diámetro 8, en refuerzo huecos en la bóveda .....	4	1,60	×	0,40 kgs.	2,56			
Total kgs. .....					2,56	12,25	31,36	
Tabiques de panderete de ladrillo hueco doble 25 × 12 × 9, en cerramientos laterales .....	4	8,25 m <sup>2</sup>			33,00			
Deducción por huecos .....	4	0,70			1,96			
Total m <sup>2</sup> .....					31,04	29,35	911,02	
Fábrica de ladrillo en citara, tosco corriente 25 × 12 × 4, con mortero bastardo 1 : 2 : 10, en chimeneas .....	2	0,95		1,30	1,23			
	2	0,95		0,85	1,60			
	2	0,50		1,30	1,30			
Total m <sup>2</sup> .....					4,13	20,61	85,11	
Tabique de panderete de rasilla de 25 × 12 × 3, cogido con mortero de yeso, en divisiones interiores .....	6	8,25 m <sup>2</sup>			49,50			
	4	2,40			18,24			
	2	0,50			0,90			
Suman .....	8	0,55			68,64			
Deducciones por huecos .....	2	0,80			7,44			
Total m <sup>2</sup> .....					0,48			
					60,72	18,15	1.102,06	
Tabique de panderete ladrillo macizo normal 25 × 12 × 5, cogido con mortero de cemento, en chimenea .....	2	0,80		2,85	4,56			
	2	0,50		2,30	2,30			
	2	0,60		0,40	0,24			
Total m <sup>2</sup> .....					7,10	24,10	171,11	

DESIGNACION DE LA CLASE DE OBRA	MEDICIONES				PRESUPUESTO		
	N. <sup>o</sup> de partes iguales	LONGITUD Metros	LATITUD Metros	ALTURA Metros	TOTAL	P R E C I O Pesetas	IMPORTE Pesetas
Enfoscados a la cal en exteriores (tímanos bóveda, entradas y chimenea) .....					31,04 1,80 4,56		
	2	0,60		3,50	4,20 0,24		
<i>Total m<sup>2</sup></i> .....					41,84	12,65	529,27
Guarnecido y enlucido de yeso en tabiques interiores .....					31,04		
	2	60,72 m <sup>2</sup>			121,44		
<i>Total m<sup>2</sup></i> .....					152,48	12,10	1.845,00
Firme de suelo cemento de 10 cm. de espesor .....	2	9,90	4,00		79,20		
<i>Total m<sup>2</sup></i> .....					79,20	14,00	1.108,80
Solería de tendido de cemento rulado de 2 cm. de espesor .....					79,20		
<i>Total m<sup>2</sup></i> .....					79,20	10,00	792,00
Solería de ladrillo raspado en chimenea ...	4	0,50	0,50		1,00		
<i>Total m<sup>2</sup></i> .....					1,00	21,28	21,28
<b>BLANQUEO CON CAL A DOS MANOS</b>							
En tabiques .....	2	(31,04 + 4,13 + 60,72 + 3,55) =			198,88		
En bóveda .....					160,00		
<i>Total m<sup>2</sup></i> .....					358,88	0,87	312,22
Carpintería en puertas de entrada, comprendida pintura y colocación .....	2	1,28		1,76	4,50		
<i>Total m<sup>2</sup></i> .....					4,50	200,00	900,00
Carpintería en ventanas, comprendida pintura y colocación .....	4	0,60		0,60	1,44		
<i>Total m<sup>2</sup></i> .....					1,44	200,00	288,00
<b>TOTAL PRESUPUESTO UNIDADES COMPLEMENTARIAS</b> .....							<b>8.286,71</b>
<b>R E S U M E N</b>							
						<b>Pesetas</b>	
Presupuesto de bóveda de membrana y cimentación de la misma...					10.213,29		
Honorarios...					1.500,00		
Presupuesto de unidades complementarias...					8.286,71		
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b> .....					20.000,00		